



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Tutkitaan Marsia! Mars Science Laboratory

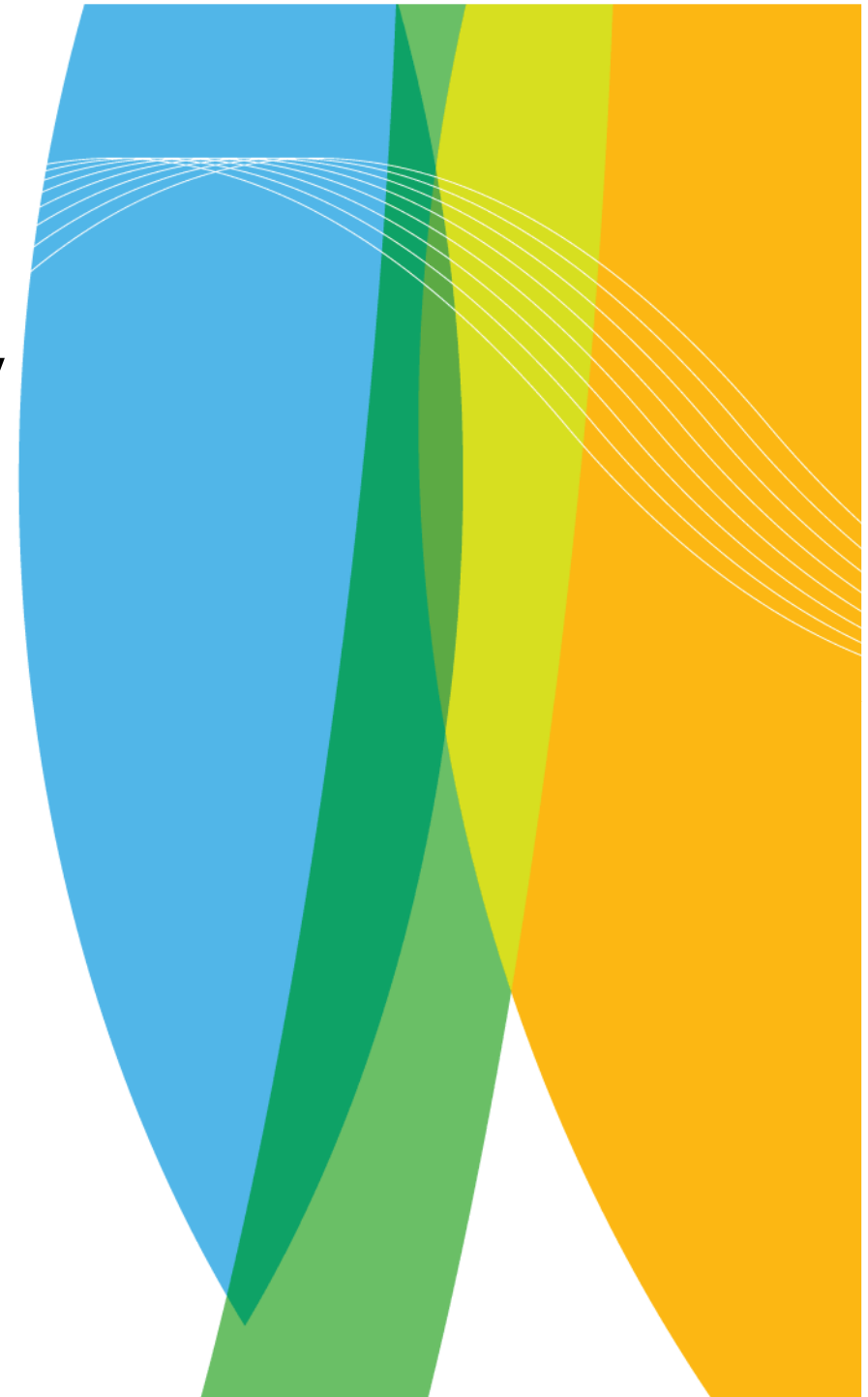
Laskeutuminen lähestyy 6.8.



Tutkija Harri Haukka

Ilmatieteen laitos

Tutka- ja avaruusteknologia





Avaruustutkimuksen historiaa IL:ssä

- 1838: Suomen Geomagneettinen Observatorio
- 1844: Avaruustutkimus aloitetaan Kaisaniemessä
- 1957: Automaattiset revontulikamerat
- 1985: IL:ssä aloitetaan ensimmäisen suomalaisen avaruuslaitteen rakentaminen
- **1988: Ensimmäinen suomalainen avaruuslaite lentää**
- 2012: IL osallistunut yli 40:n avaruuslaitteen tekoon



MSL:n ”road map”

- NASA lähetti MER (Mars Explorer Rover) kulkijat 2003 Marsiin (laskeutuivat 2004). Spirit ja Opportunity mönkijät toimivat yli kuusi vuotta Marsissa. Opportunity on vieläkin toiminnassa (jo yli 3000 Marsin vuorokautta!). Spirit sen sijaan hiljeni jo vuoden 2010 alkupuolella.
- MSL ja sen Curiosity (Uteliaisuus) mönkijä on NASAn seuraava marsmönkijä joka laskeutuu Marsiin 6.8. kello 8:31 Suomen aikaa. Laukaisu tapahtui syksyllä 2011.
- Curiosity sisältää mm. sääaseman jota ei ole kummassakaan MERssä.



MSL:n tieteelliset tavoitteet

MSL-hankkeella on neljä päätavoitetta:

- 1.tutkia onko Marsissa ollut jossain sen historian aikana olosuhteet, jotka olisivat olleet otolliset elämän ylläpitämiseen
- 2.tutkia Marsin kaasukehää ja sen sääilmiöitä
- 3.Marsin geologinen tutkimus sekä
- 4.tutkimus, joka auttaa valmistautumaan tuleviin miehitettyihin marslentoihin.



Curiosity-mönkijän ”speksit” lyhyesti

Verrattaessa NASAn MER-mönkijöihin (Spirit ja Opportunity) on Curiosity kaksi kertaa suurempi pituudeltaan ja viisi kertaa painavampi. Marsin pinnalla Curiosityn maksiminopeus on noin 90 metriä tunnissa automaattiohjauksessa, mutta todellinen matkanopeus on arvioitu olevan keskimäärin noin 30 metriä tunnissa johtuen mm. maasto-olosuhteista. Yhden Marsin vuorokauden aikana mönkijän on suunniteltu kulkevan noin 200 metrin matkan. Curiosity-mönkijän toiminta-ajan on arvioitu olevan vähintään yksi Marsin vuosi (686 päivää).



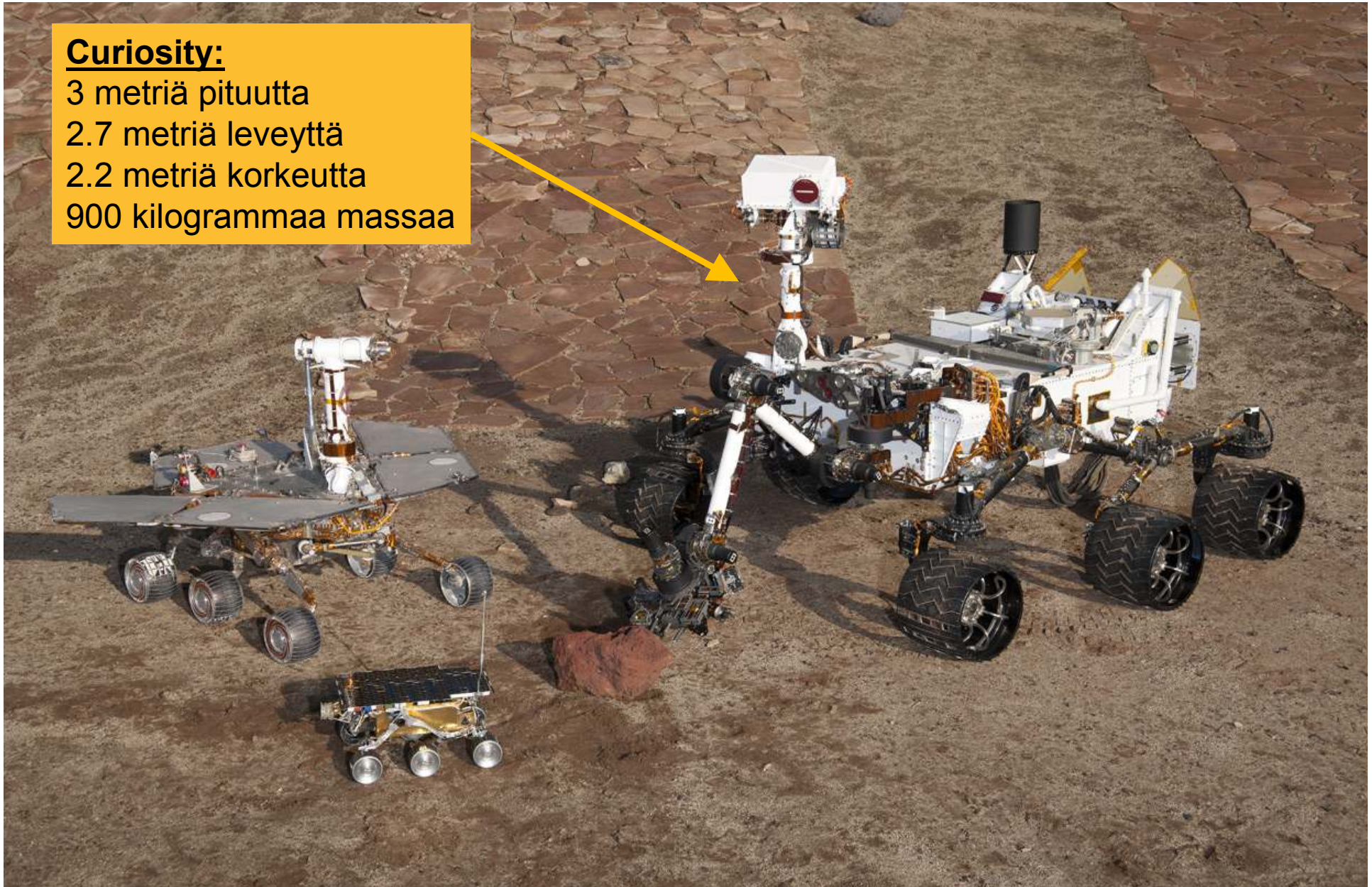
Curiosity:

3 metriä pituutta

2.7 metriä leveyttä

2.2 metriä korkeutta

900 kilogrammaa massaa





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



Curiosity JPL:ssä (Kalifornia)
testauksessa keväällä 2011

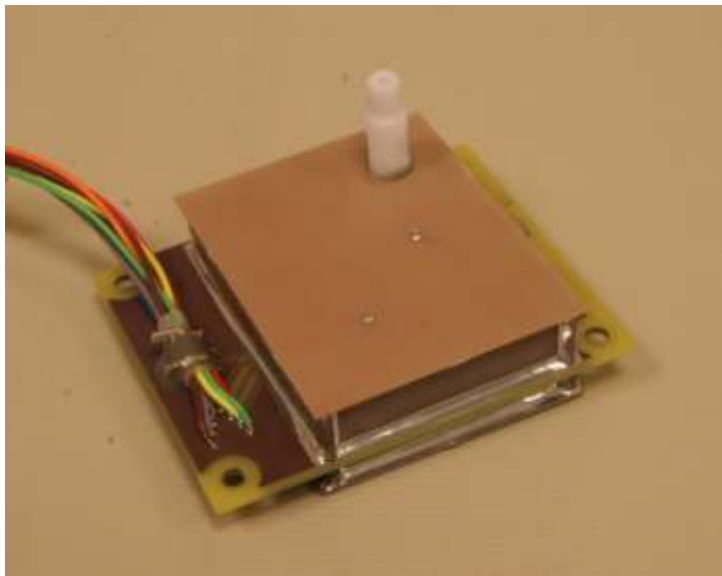




Miten Ilmatieteen laitos valmistautuu?

- Ilmatieteen laitoksella on kaksi mittalaitetta osana REMS (Rover Environmental Monitoring Station) – mittalaitepakettia.

REMS-P Paineanturisysteemi



REMS-H Kosteusanturisysteemi





Miten Ilmatieteen laitos valmistautuu?

- Laskeutumisen ajaksi ja muutamaksi viikoksi sen jälkeen IL:stä lähtee muutama tutkija ja insinööri JPL:ään antamaan tukitoimintoja.
- Tukitoimintoja annetaan mm. mittalaitteiden käynnistämisvaiheessa, ensimmäisten mittauksien tulokinnassa ja kaikissa mahdollisissa ”virhetilanteissa”.
- Suomeen jäävät MSL-tiimiläiset ylläpitävät suomenkielisiä nettisivuja (<http://space.fmi.fi/msl>) sekä hoitavat tiedottamisen tiedotusvälineille.
- Lisäksi laskeutumisen ajan JPL:stä käsin pidetään yllä reaaliaikaista twitter-syötettä.

MARS SCIENCE LABORATORY

YMPÄRISTÖHAVAINTOJA MARSISSA

<http://space.fmi.fi/msl>

ILMATIETEEN LAITOS CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA NASA JPL

- Yleiskävis
- Tieteellinen hyötykuorma
- Ilmatieteen laitoksen mittalaitteet
- Uutiset
- Lahdistusilmoitukset
- Mediagalleria
- Videoita
- Vuhteyshiedot
- NASA TV
- REMS in English
- MSL in English

Mars Science Laboratory

Mars Science Laboratory (MSL) laukastin Cape Canaveralista, Floridasta marraskuun 26. päivä 2011. Marsin kiertoradalle MSL saapuu alkukuussa 2012 ja laskeutuminen Marsin pinnalle tapahtuu alkukuun 6 päivä noin kello 08.31 Suomen aikaa. Mukana on myös suomalaisia avaruusteknologioita. Ilmatieteen laitos toimitti Rover Environmental Monitoring Station (REMS) -ympäristömittalaitteeksi kolme instrumenttia: REMS-P paineenmittauslaitteen ja REMS-H kosteudenmittauslaitteen.

Tieteelliset tavoitteet

MSL-hankkeella on neljä pääavoitetta: tutkia onko Marsissa ollut jossain sen historian aikana olosuhteet, jotka olisivat olleet otolliset elämän ylläpitämiseen, tutkia Marsin kaasukehää ja sen säätelmiä, Marsin geologinen tutkimus sekä tutkimus, joka auttaa valmistautumaan tuleviin miehitettyihin marslentoihin.

Historian suurin mars-laskeutuja

Saavutettuaan Marsin kiertoradan MSL aloittaa laskeutumisen Marsin pinnalle. Laskeutuminen tapahtuu alkua lämpökilven avulla ja noin kolme minuuttia ennen laskeutumista laskeurvat avautuvat. Lopullinen laskeutuminen tapahtuu apurakettien ja nk. "sky crane" (eräänlainen lentävä nooturi) avulla. Sky crane lasjaa rakettien avulla jotain kymmeniä metrejä Marsin pinnan yläpuolella ja laskaa vajareiden avulla MSL-laskeutujan nimensä Curiosity (suom. Uteliasuus) Marsin pinnalle. Lopullisen laskeutumaan jälkeen vajareit irrotetaan Curiosity-laskeutujasta ja sky crane ohjataan apurakettien avulla pois laskeutujan välittömästä läheisyydestä.

Curiosity-mobiili laskeutuu Gale-kraatterissa sijaitsevan eri maakerroksista koostuneen vuoren juurella. Laskeutumapaikalle ovat maakerrostumat koostuvat mm. mineraaleista, jotka syntyivät vedessä tai veden vaikutuksesta. Gale-kraateri valittiin yli 30 mahdollisesta laskeutumapaikasta ja valintaan osallistui yli 100 bademasta eri puolilla maailmaa. Laskeutumapaikan valinnassa käytettiin hyväksi Marsia kiertäviä satelliitteja kuten esimerkiksi NASAn Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) -satelliittiä.



Curiosity-mobiili. © NASA.



MSL:n laskeutumiseen

20:21:59:39
Day Hour Min Sec

MSL UUTISIA

27.08.2012 12:08

Ilmatieteen laitoksella oma Curiosity Twitter-tili

Curiosityn laskeutuminen Marsiin lähestyy ja nyt Ilmatieteen laitoksen MSL-timi on perustanut...



KATSO MYÖS

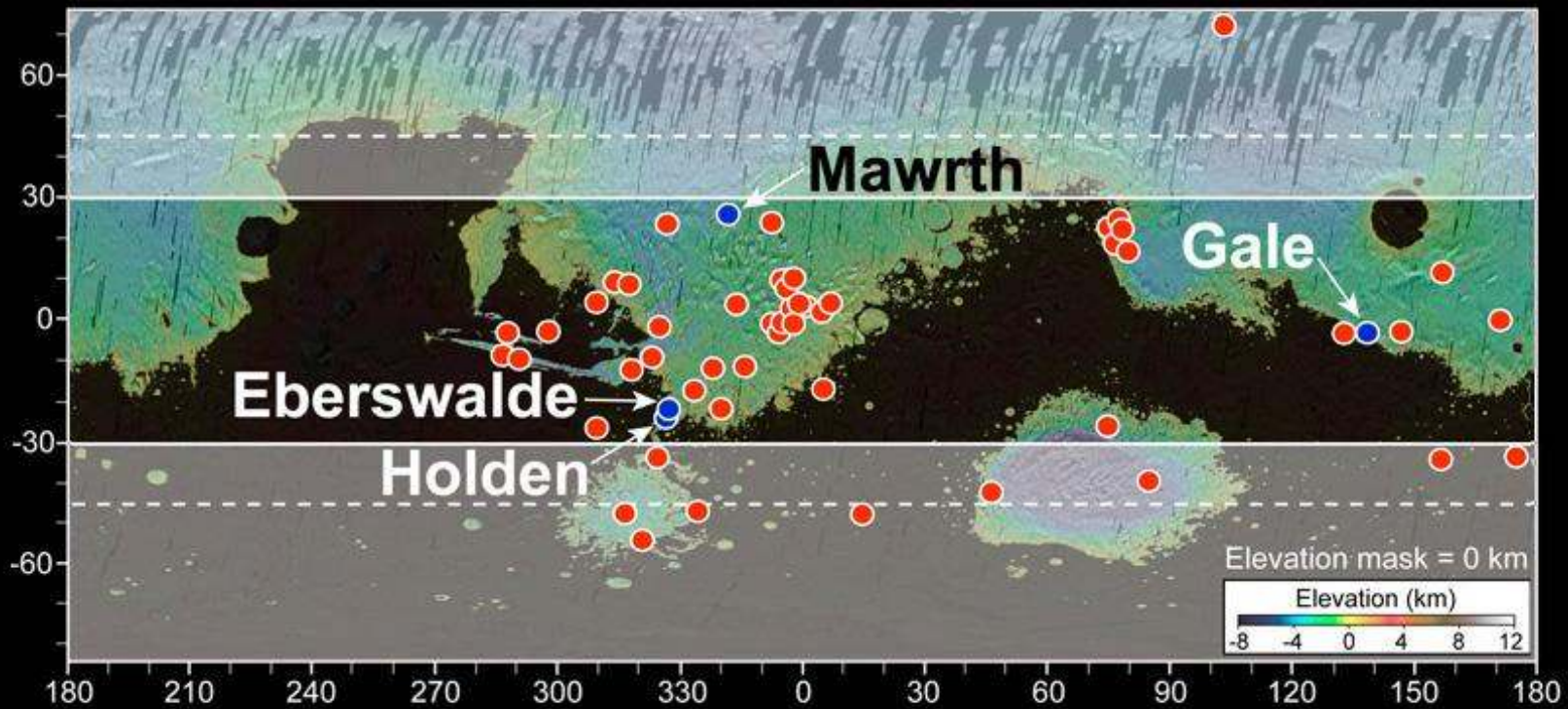




Mihin Curiosity oikein laskeutuu?

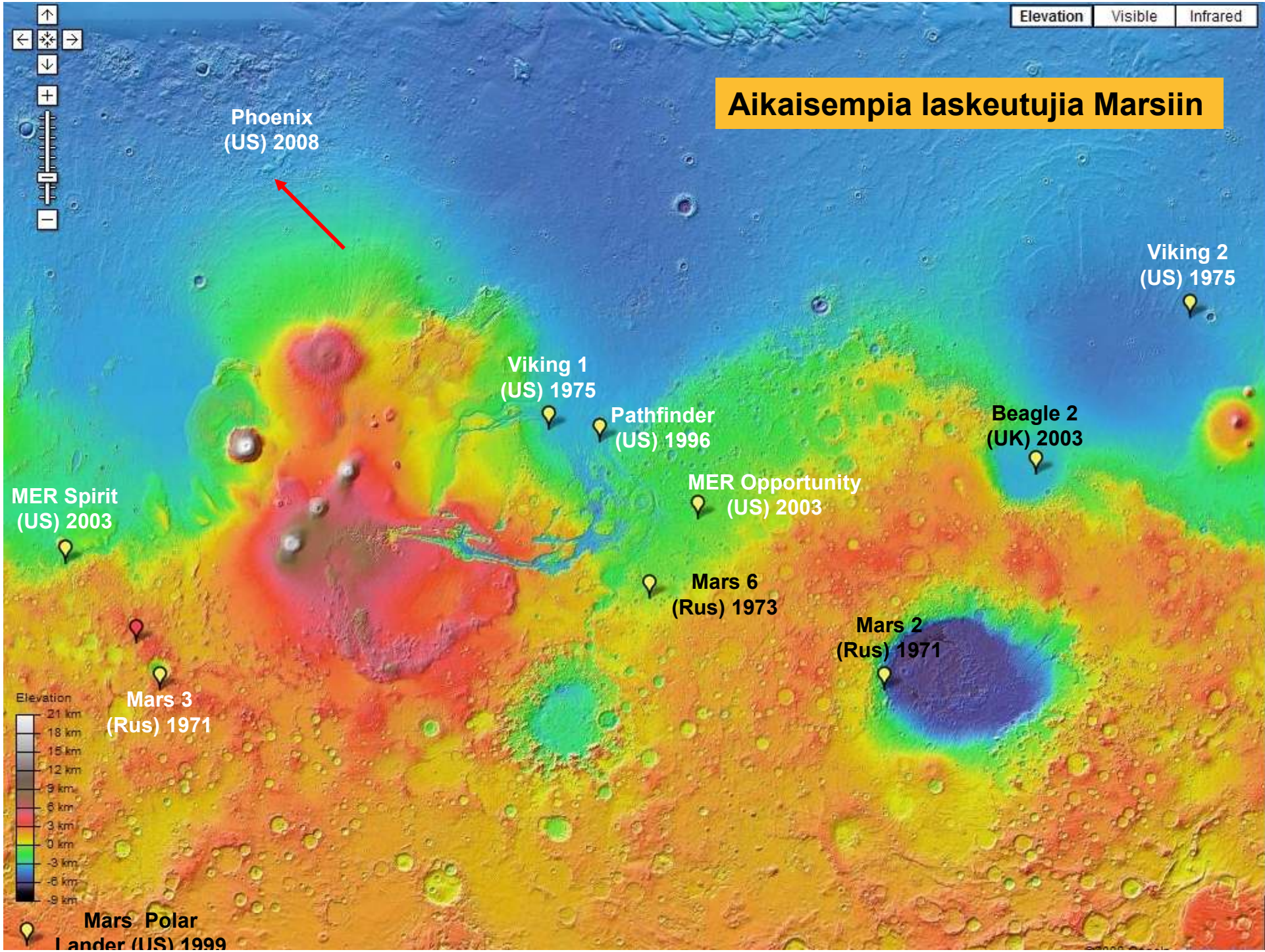
- Tällä hetkellä tiedetään jo todella tarkasti laskeutumisalue joka on Gale-kraaterissa.
- Laskeutumisalue on tällä hetkellä tarkentunut jo hyvin tarkaksi. "Laskeutumisovaali" on mitoiltaan 20 km leveä ja 25 km pitkä.
- Alunperin oli yli 60 laskeutumispaikkaa jonne Curiosity olisi voinut laskeutua. Lopullinen laskeutumispaikka valittiin tarkan tutkimuksen tuloksena.

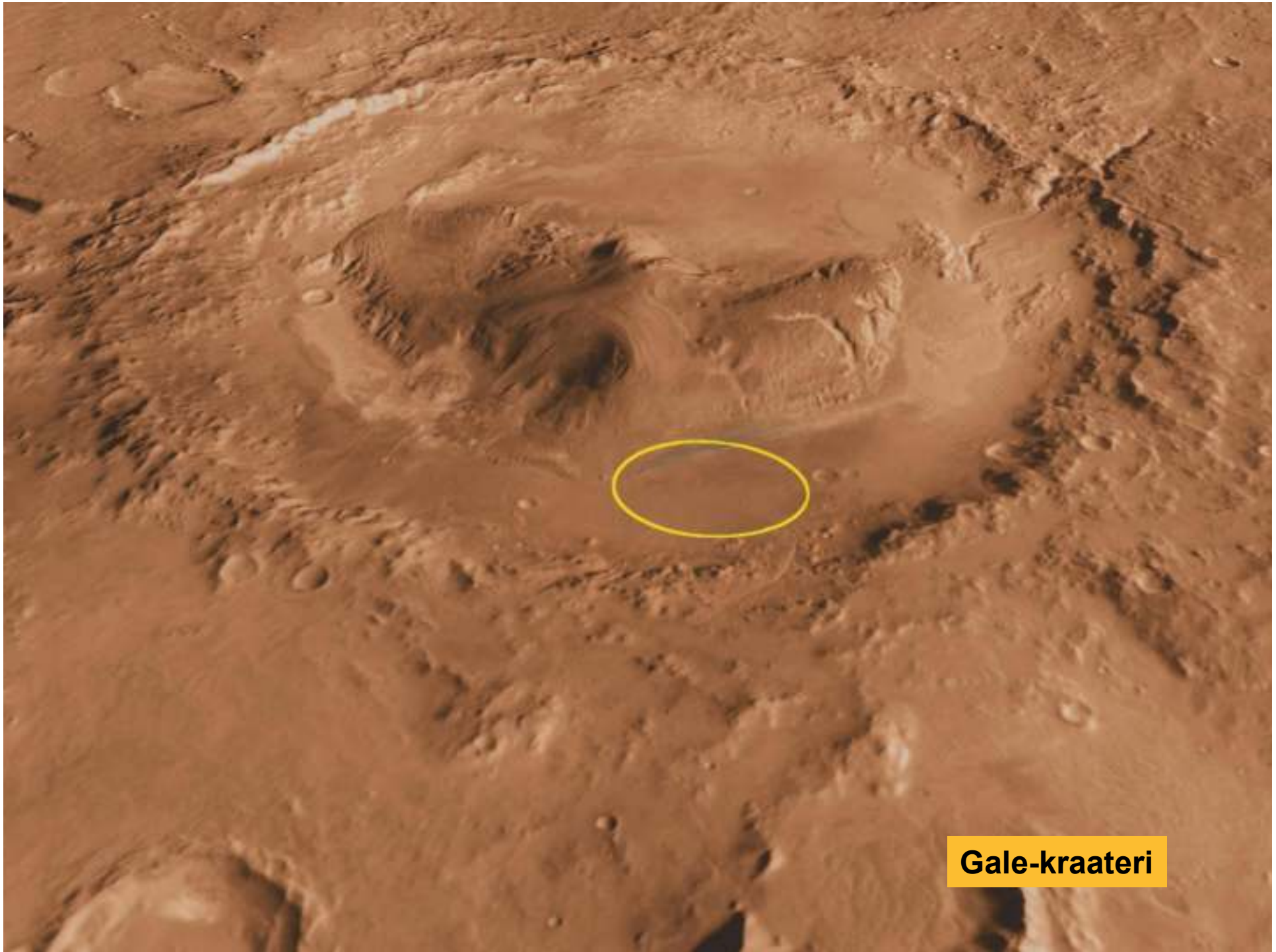
● Proposed Curiosity Landing Sites



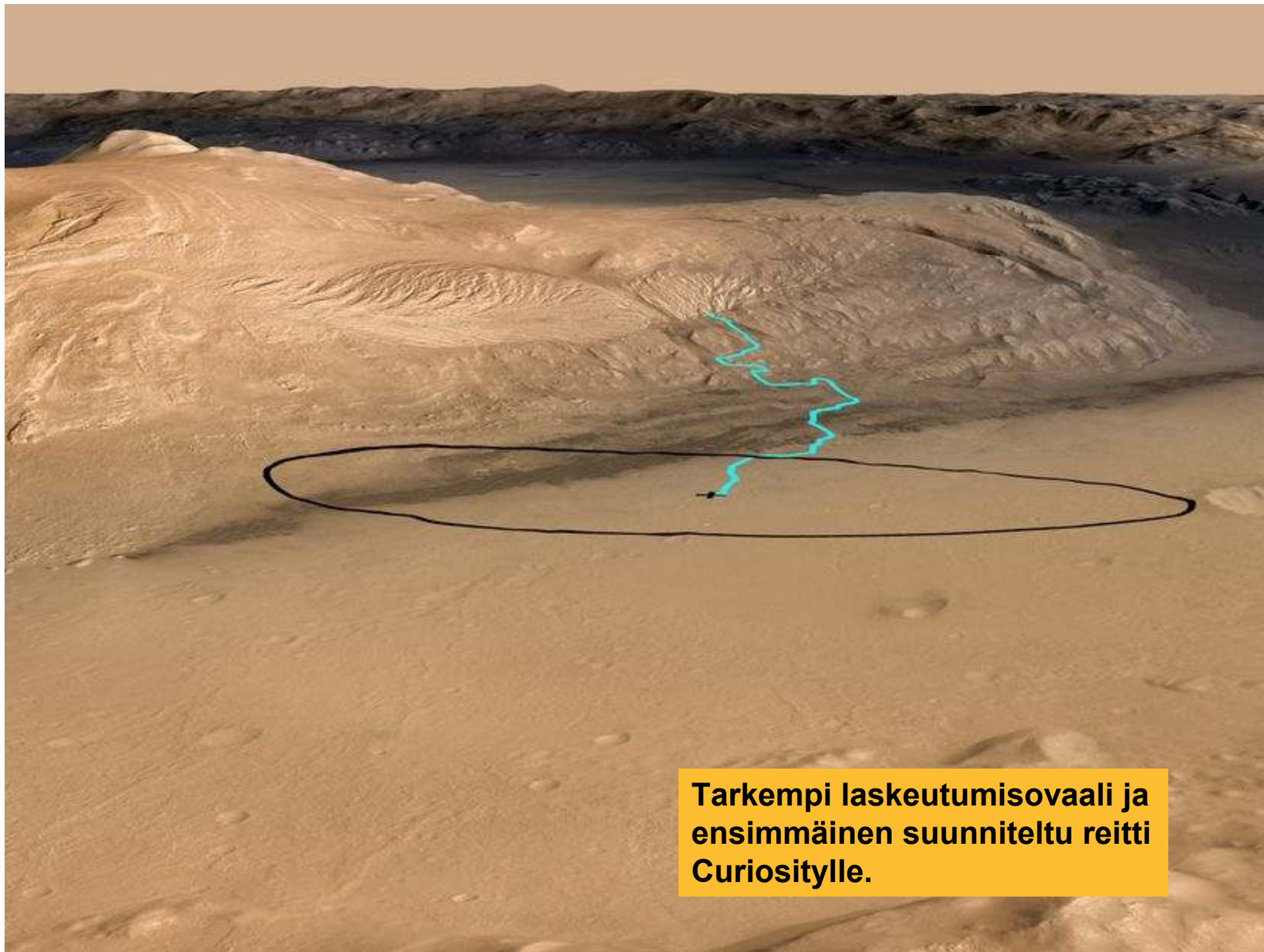
● Final Curiosity Candidate Sites

Aikaisempia laskeutujia Marsiin



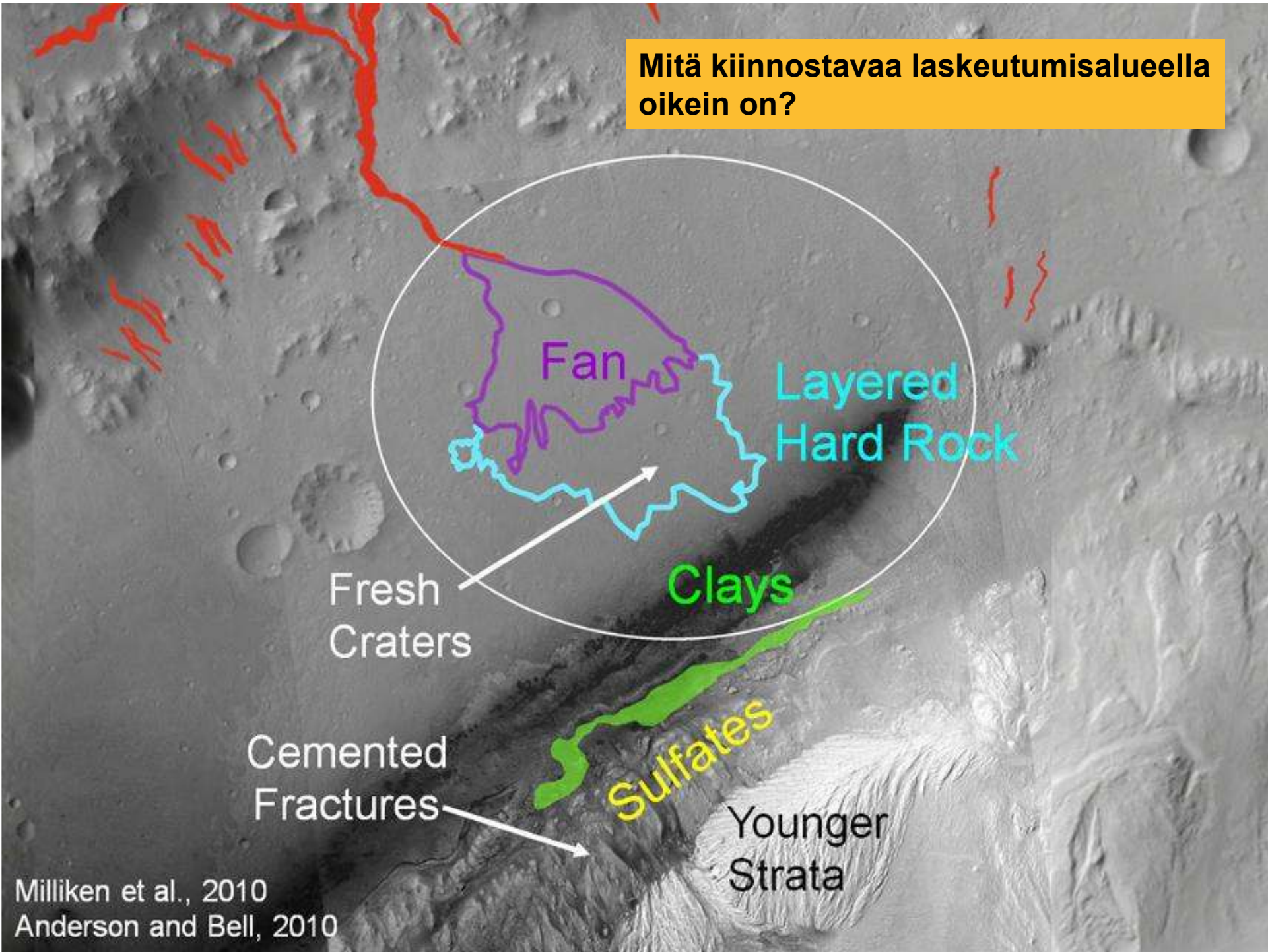


Gale-kraateri



Tarkempi laskeutumisoaali ja ensimmäinen suunniteltu reitti Curiositylle.

Mitä kiinnostavaa laskeutumisalueella oikein on?



Fresh Craters

Fan

Layered Hard Rock

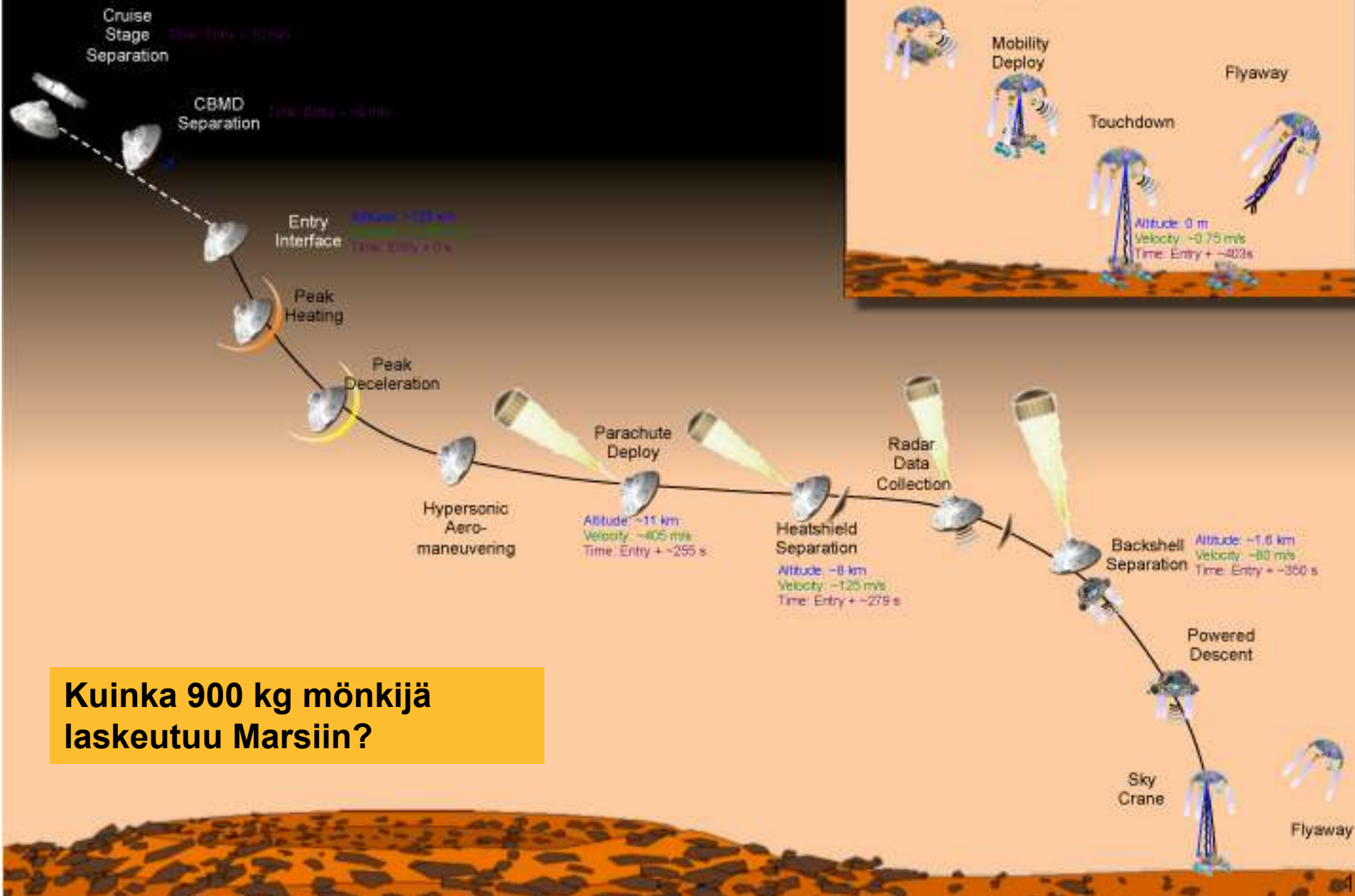
Clays

Cemented Fractures

Sulfates

Younger Strata

Milliken et al., 2010
Anderson and Bell, 2010



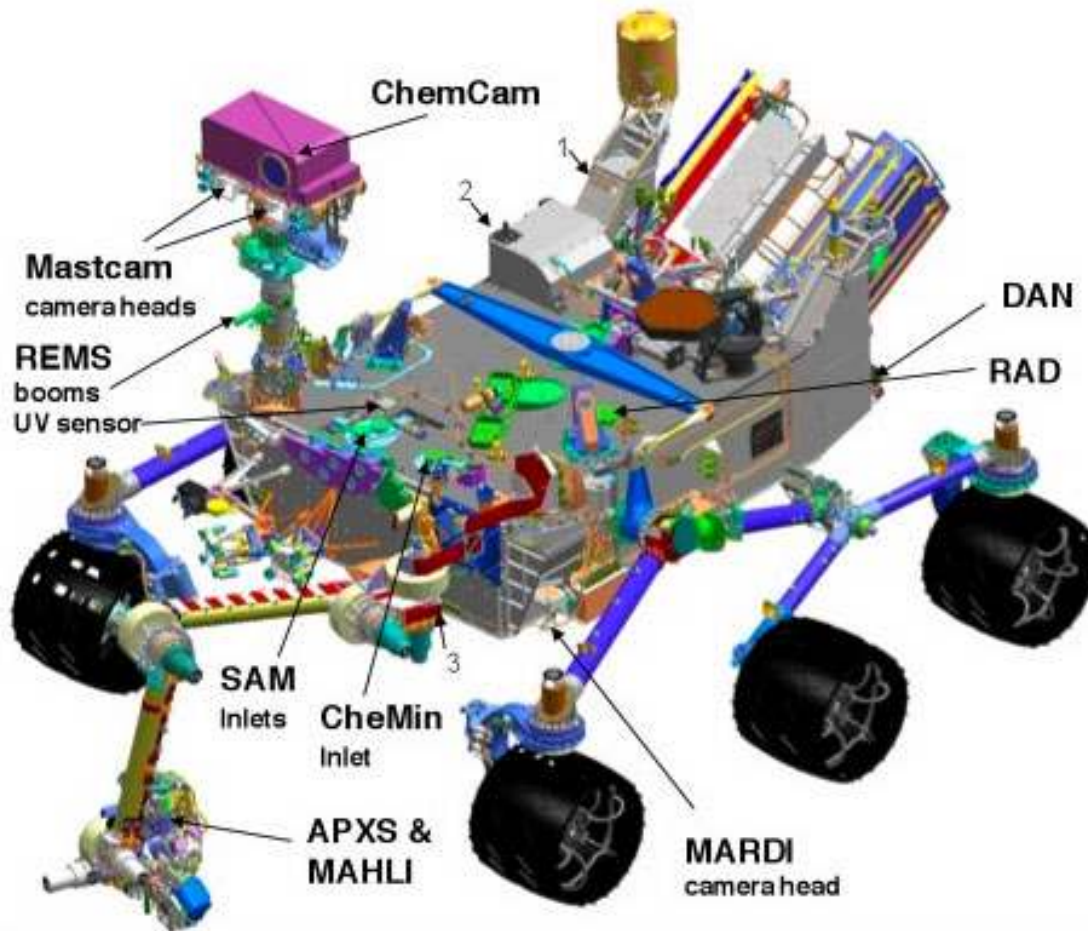
Kuinka 900 kg mönkijä laskeutuu Marsiin?

**Loppuvaiheessa
Curiosity roikkuu
”skycranen” alla
kaapeleiden varassa.
Leijuva taso laskee
mönkijän lähelle Marsin
pintaa ja lentää
irroittamisen jälkeen
sivulle, pois
laskeutumisalueelta.**





Curiosityn mittalaitteen lyhyesti.



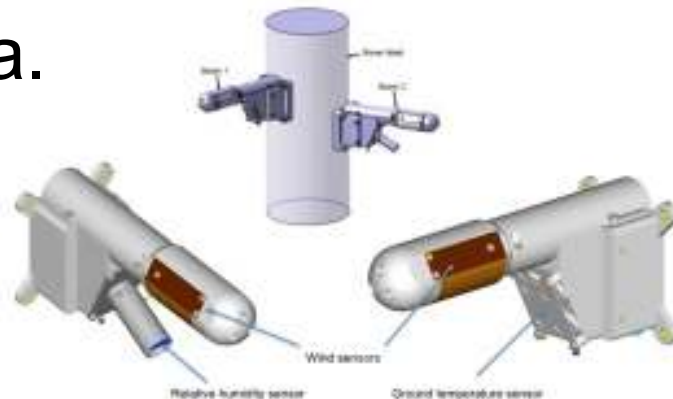
- **Mastcam** - Mast Camera.
- **ChemCam** - Chemistry and Camera.
- **RAD** - Radiation Assessment Detector.
- **CheMin** - Chemistry and Mineralogy instrument.
- **SAM** - Sample Analysis at Mars.
- **DAN** - Dynamic Albedo of Neutrons instrument.
- **MARDI** - Mars Descent Imager.
- **MAHLI** - Mars Hand Lens Imager instrument.
- **APXS** - Alpha Particle X-ray Spectrometer.
- The brush, drill, sieves and scoop are tools on the rover's robotic arm.
- **REMS** - *Rover Environmental Monitoring Station*.

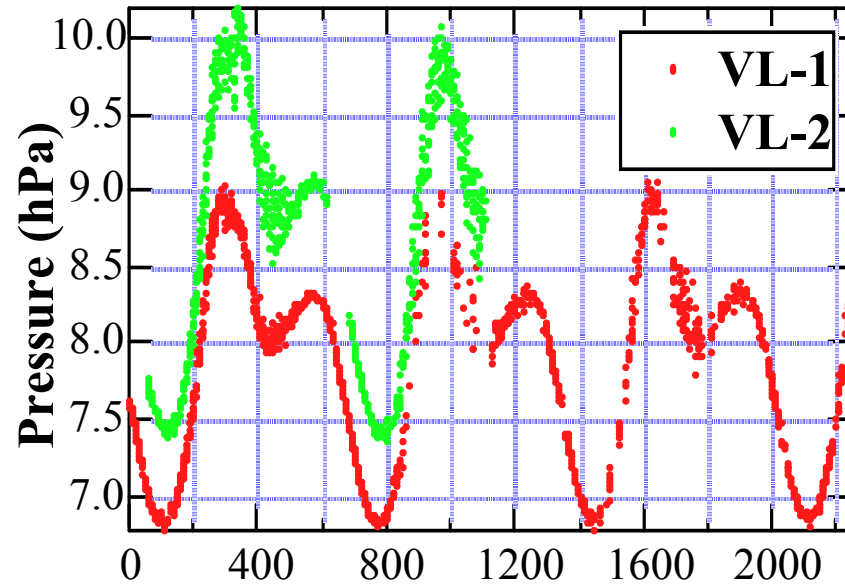
Tieteelliset mittalaitteet painavat yhteensä noin 80 kg.



Millaisia tuloksia on IL:n mittalaitteilta odotettavissa?

- Painemittalaitteen edellisiä versioita on ollut mm. Phoenix (Mars) ja Huygens (Titan) –laskeutujien mukana. Marsin painemittauksille on olemassa hyvä referenssi (noin 150 Marsin päivää).
- Kosteusmittalaite lentää ensimmäistä kertaa, joten sen mittauksille ei ole referenssiä. Laboratorio-olosuhteissa sitä on kuitenkin testattu jo vuosia.





Sols after VL-1 landing

Viking –laskeutujien dataa käsitellään edelleen ja uutta tietoa saadaan. IL vastaa pääasiassa painedatan käsittelystä.

Lisäksi IL:llä on rakenteilla oma marslaskeutuja – MetNet.





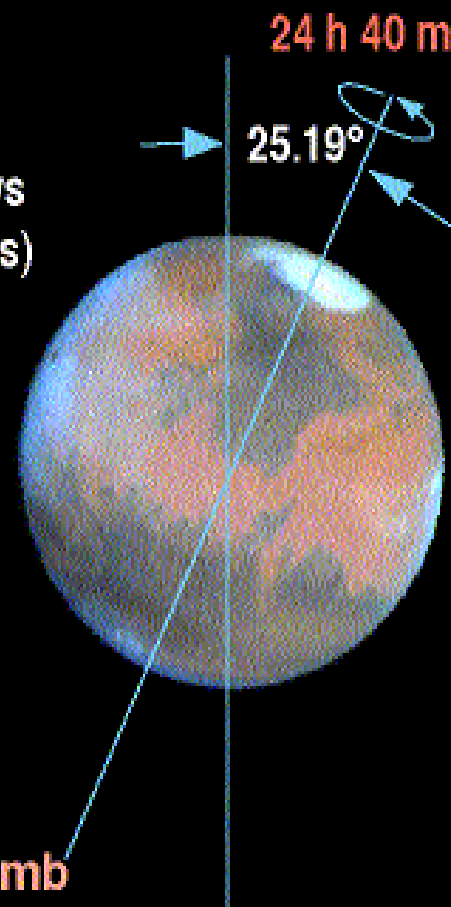
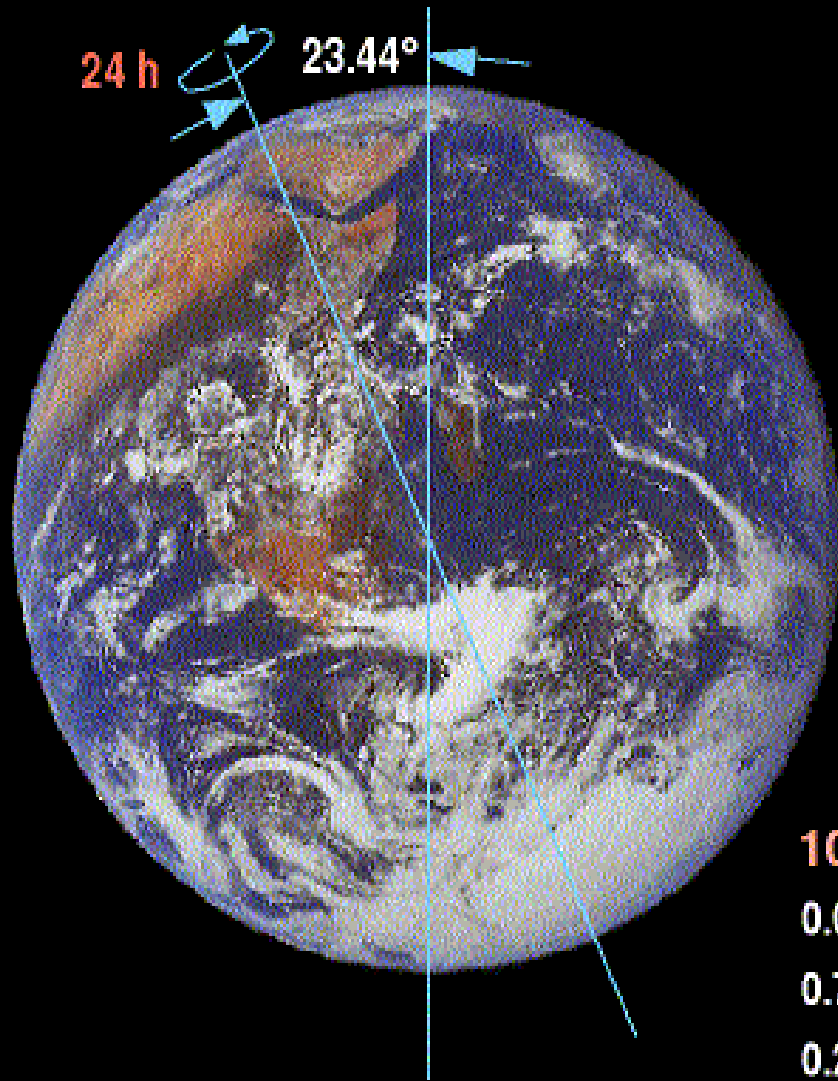
Miksi Marsia sitten tutkitaan?

1. Mars on planeetta siinä missä Maakin.
2. Marsissa on sääilmiöitä jotka ovat suoraan verrattavissa Maahan → vertaileva planetologia
3. Mars on "proto-Maa". Siellä ei ole niin paljon häiriötekijöitä säässä kuin Maassa → mallien teko helpompaa → ennustaminen helpompaa → tulokset siirretään maanpäällisiin ennusteisiin
4. Ihminen asuttaa väijäämättä Marsin jossain vaiheessa → sääennusteet tärkeitä.
5. Elämää Marsissa? Mistä se on tullut sinne?

EARTH

COMPARISON

MARS



YEAR

365 Days 686 Days
(667 Sols)

GRAVITY

38% of earth

SUNLIGHT

44% of earth

ATMOSPHERE

	Total	
1013mb		7.6 mb
0.00035	CO ₂	0.95
0.781	N ₂	0.027
0.210	O ₂	0.0013
0 to 0.04	H ₂ O	0 to 0.00021
0.0093	Ar	0.016



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



Yhteystiedot

- Harri Haukka
ERIK PALMÉNIN AUKIO 1
00560 HELSINKI
harri.haukka@fmi.fi

www.ilmatieteenlaitos.fi